

***CRATAEGUS MONOGYNA* JACQ. VE *CRATAEGUS LAEVIGATA* (POIR.) DC.
KIRMIZI ALIÇ TÜRLERİNİN MEYVE, ÇEKİRDEK, SAP KISIMLARININ
FİTOKİMYASAL VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLER AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hatice Feyza AKBULUT*

Çumra MYO, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bölümü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye

Geliş / Received: 03.06.2024; Kabul / Accepted: 16.07.2024; Online baskı / Published online: 23.07.2024

Akbulut, H. F. (2024). *Crataegus monogyna* Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. kırmızı alıç türlerinin meyve, çekirdek, sap kısımlarının fitokimyasal ve antioksidan özellikler açısından değerlendirilmesi. GIDA (2024) 49 (4) 669-681 doi: 10.15237/gida.GD24057

Akbulut, H. F. (2024). Evaluation of fruits, seeds and stem parts of *Crataegus monogyna* Jacq. and *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. red hawthorn species in terms of phytochemical and antioxidant properties. GIDA (2024) 49 (4) 669-681 doi: 10.15237/gida.GD24057

ÖZ

Yemişen, diğer adı ile kırmızı alıç (*Crataegus* spp.) Rosaceae familyasına ait bir bitki olup Dünya’da ılıman iklime sahip Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika’nın farklı bölgelerinde yetişmekte ve aynı zamanda Türkiye’nin farklı bölgelerinde de yayılım göstermektedir. Meyveleri beğenilerek tüketilmekle birlikte bitkinin yaprak ve sapları, fenolik asitler ve flavonoidler gibi antioksidan biyoaktif bileşenlerce oldukça zengindir. Bu çalışmada, Türkiye’nin farklı bölgelerinden temin edilen iki farklı yemişen türünün fitokimyasal ve antioksidan özellikleri araştırılmıştır. *Crataegus monogyna* Jacq. Ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. Yemişen türlerine ait meyve, pulp, çekirdek ve saplarında toplam fenolik madde (TFM) içeriği ve DPPH radikal süpürme aktivitesi, organik asit ve şeker profili ve mineral dağılımları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en bol bulunan makro-mineral K, mikro-mineral Fe, hâkim asit malik asit ve baskın şeker fruktoz olarak belirlenmiştir. Her iki kırmızı alıç türünde de meyve pulplarının TFM bakımından zengin olduğu ve meyvenin saplarının ise daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Crataegus monogyna* Jack., *Crataegus laevigata* (Poir.) DC, toplam fenolik, DPPH, mineral, askorbik asit, fruktoz

EVALUATION OF FRUITS, SEEDS AND STEM PARTS OF *CRATAEGUS MONOGYNA* JACQ. AND *CRATAEGUS LAEVIGATA* (POIR.) DC. RED HAWTHORN SPECIES IN TERMS OF PHYTOCHEMICAL AND ANTIOXIDANT PROPERTIES

ABSTRACT

Yemişen, also known as red hawthorn (*Crataegus* spp.), is a plant belonging to the Rosaceae family and grows in different regions of Asia, Europe and North America with temperate climates, and is also spread in different regions of Turkey. Although its fruits are consumed with pleasure, the leaves and stems of the plant are rich in antioxidant bioactive components such as phenolic acids and flavonoids. In this study, the phytochemical and antioxidant properties of two different *Crataegus*

* Sorumlu yazar / Corresponding author

✉:haticefeyza@selcuk.edu.tr

☎: (+90) 332 4475621

☎: (+90) 332 4473425

Hatice Feyza Akbulut; ORCID no: 0000-0001-6798-0953

species obtained from different regions of Turkey were investigated. Total phenolic (TP) content, DPPH radical scavenging activity, organic acid and sugar profile and mineral distributions were determined in the fruits, pulp, seeds and stems of *Crataegus monogyna* Jacq., and *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. According to the obtained results, the most abundant macro-mineral was determined to be K, the micro-mineral was Fe, the dominant acid was malic acid, and the dominant sugar was fructose. In both red hawthorn species, it was determined that the fruit pulps were rich in TPC, and the stems of the fruit had higher antioxidant capacity.

Keywords: *Crataegus monogyna* Jack., *Crataegus laevigata* (Poir.) DC, total phenolic, DPPH, mineral, ascorbic acid, fructose

GİRİŞ

Kırmızı alıç (*Crataegus* spp.), Rosaceae familyasına ait bir meyve türüdür ve genellikle ılıman iklimlerde yetişmekte olup Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'nın çeşitli bölgelerinde yaygın olarak bulunur. Kırmızı alıç (yemişen) Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde de 17 tür ve 21 takson ile yaygın olarak bulunmakta olup, bölgelere göre yemişen, geyik dikenli, alıç, godon alıcı, çakır alıcı, kuş yemişi, ayva alıcı, beyazdiken, ekşi, geviş, edran, muşmula gibi isimlerle de bilinmektedir. Türkiye'nin zengin bitki çeşitliliği içinde önemli bir yere sahip olan yemişen, tıbbi, ekonomik ve ekolojik açıdan büyük bir öneme sahiptir (Ergezen, 1999).

Kırmızı alıç, geleneksel olarak tıbbi ve besin değeri olan meyveleri için yetiştirilir. Birçok kültürel ve ekonomik öneme sahip olan bu bitki, tıbbi özellikleri nedeniyle uzun bir tarihe sahiptir ve birçok kültürde kalp sağlığını iyileştirmek için kullanılmıştır. Bu amaçla kırmızı alıç bitkisinin meyveleri, yaprakları, çiçekleri, meyve sapları ve çekirdekleri geleneksel tıpta analjezik olarak, kardiyak sinir hastalıklarının tedavisinde, yara iyileştirici olarak, solunum yollarının tedavisinde, sedatif olarak ve ayak tabanı yaralarının tedavisinde kullanılmaktadır (Tetik vd., 2013; Nazhand vd., 2020).

Kırmızı alıcın biyolojik ve kimyasal bileşimi, antioksidanlar, flavonoidler ve fenolik bileşikler gibi çeşitli biyoaktif bileşenleri içerir. Bununla birlikte, türler arasında ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak bileşimde farklılıklar olabilir (Wu vd., 2014; Orhan, 2018; Nazhand vd., 2018).

C. monogyna kırmızı alıç türü çiçek ve yapraklarının sulu ekstraktlarında mirisetin ve kamferol iz miktarda olmak üzere rutin, apigenin, kersetin ve naringenin tespit edilmiştir (Keser vd., 2014).

Kırmızı alıcın bu türünün yaprak, çiçeklerinde (Radi vd., 2023a) ve *C. laciniata* and *C. laciniata* alıç türlerinin meyvelerinde (Radi vd., 2023b) kalitatif analizlerde kateşik, gallik, flavonlar, lökoantosiyeninler, musilajlar, kumarinler, sterol ve triterpenler gibi biyoaktif maddelerin varlığı belirlenmiştir. *C. orientalis* subsp. *Orientalis* alıç türü meyvelerinde gallik asit, (+)-kateşin, prosiyanidin B2, (-)-epikateşin, siringik asit, klorojenik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit ve rutin fenolikleri, glukoz, fruktoz ve maltoz şekerleri, β -karoten ve sitrik asit varlığı rapor edilmiş ve olgunlaşma ile bu biyoaktif bileşenlerin değiştiği belirtilmiştir (Öztürk 2023).

C. pinnatifida var. *Majör*, *C. brettschneider*, *C. pinnatifida* ve *C. scabrifolia* alıç türlerinin meyvelerinde fruktoz, glukoz, sorbitol, myo-inositol, sükroz şekerlerine ve malik, sitrik ve quinik aside rastlanılmıştır (Yang vd. 2012). *C. laciniata* and *C. laciniata* türü alıçların meyvelerinde Mg baskın olmak üzere As, Cr, Pb, Ni ve Cd mineralleri varlığı belirlenmiştir (Radi vd., 2023b). Bazı alıç türlerinin salgıladığı ve manna adı verilen tatlı sıvıda mannitol ağırlıklı olarak fruktoz, sükroz ve maltitol şekerleri belirlenmiştir (Fakhri vd., 2017).

Bu makalede, Türkiye'nin iki farklı bölgesinde doğal olarak yetişen kırmızı alıç bitkisinin meyveleri, meyve pulpları, sapları ve çekirdeklerinin in vitro antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde içeriği, organik asit ve şeker dağılımları ve makro- ve mikro-mineralleri belirlenerek iki farklı tür arasında karşılaştırması yapılarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Literatürlerde farklı alıç türlerinin meyve (Yang vd., 2012; Öztürk vd., 2022; Pugna vd., 2022; Taleghani vd., 2024), yaprak (Pugna vd., 2022; Taleghani vd., 2024), çiçek (Pugna vd., 2022) ve

kökleri (Taleghani vd., 2024) üzerine (özellikle meyveler) yapılmış çok sayıda çalışmalar bulunmakla birlikte sap ve çekirdekleri üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca çalışmamızda da mevcut olan *Crataegus monogyna* Jacq. Kırmızı alıç türünün meyveleri üzerine yakın zamanda yapılmış birçok çalışma (Boudraa vd., 2010; Keser vd., 2014; Radi vd., 2023b) bulunmakla birlikte bu çalışmalarda meyvenin sap ve çekirdek yapıları incelenmemiş olması, meyvede bakılan mineral madde dağılımının çok sığ kalmış olması ve bölgesel farklılıklardan dolayı çalışmamızdan oldukça farklılıklar söz konusudur. Yine çalışmamızda kullanılan *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. kırmızı alıç türünün yenilebilir kısımları üzerine literatürde yapılmış herhangi bir araştırmaya rastlanılmamış olması çalışmamızın diğer çalışmalardan oldukça farklı kılmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki materyali

Bu çalışmada tek çekirdekli (*Crataegus monogyna* Jacq.) ve çift çekirdekli (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC) olmak üzere 2 farklı yemişen (kırmızı alıç) türüne ait meyve ve onun pulpu, çekirdeği ve sapsarı kullanılmıştır. Tek çekirdekli kırmızı alıç Karaman ili Ermenek ilçesinden, çift çekirdekli yemişen ise Malatya Kale ilçesinden toplanmış ve zaman kaybetmeden laboratuvara getirilerek işleme konulmuştur. Meyveler temizlenerek sapsarı, pulpları ve çekirdekleri alınmış ve çekirdeği dışında tüm örnekler -80°C'de 24 saat bekletildikten sonra liyofilizatörde kurutulmuştur. Çekirdekler ise 40 °C'de etüvde kurutulmuş ve öğütülmüştür. Etüvde kurutulan ve liyofilize edilen örnekler analiz aşamasına kadar kapalı bir ambalajda -30°C'de muhafaza edilmiştir. Metanol ekstraktı eldesinde bu örnekler kullanılmıştır. In vitro antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde bu örneklerin metanol ekstraktları ve makro-mikro minerallerin belirlenmesinde ise örneklerin doğrudan kurutulmuş ve öğütülmüş şekilleri kullanılmıştır.

Kırmızı alıç meyve, pulp, çekirdek ve sapsarının ekstraksiyon işlemi

Liyofilize edilerek kurutulmuş ve öğütülmüş kırmızı alıç meyve, pulp, çekirdek ve sapsarından 20 g alınmış ve üzerine 150 mL metanol ilave

edilmiştir. Örnekler 200 rpm'de bir şilifli balon içerisinde 24 saat boyunca çalkalanmıştır. Çözelti kaba filtre kağıdından süzölmüş ve süzöntüden çözücü olarak metanol rotary evaporatör ile 40°C'de evapore edilerek uzaklaştırılmıştır. Ekstraktların üzerine 50 mL saf su ilave edilerek -80°C'de 24 saat tutulmuş ve liyofilizatörde suyu uzaklaştırılarak kurutulmuştur. Toplam fenolik madde içeriği ve DPPH radikal süpürme aktivitesi analizlerinde elde edilen bu toz metanol ekstraktları kullanılmıştır.

Toplam fenolik madde analizi

Toplam fenolik madde miktarı, alkali ortamda fenolik bileşikler ve Folin reaktifi arasında renkli komplekslerin oluşumuna dayanan kolorimetrik Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Singleton ve Rossi, 1965; Akbulut ve Akbulut, 2023). Uygun şekilde seyreltilmiş örneklerin metanol ekstraktları (0.5 mL) ve Folin çözeltisi (2.5 mL; 0.2N) karıştırıldıktan sonra doymuş Na₂CO₃ çözeltisi (2 mL; 75 g/L) ilave edilmiş ve reaksiyonun tamamlanması için 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra bir spektrofotometre ile 765 nm'de örneklerin absorbansları okunmuştur. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru madde (KM) olarak verilmiştir.

Antioksidan kapasite analizleri

Örneklerin metanol ekstraktlarının 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme aktivitesi, Brand-Williams vd. (1995) tarafından tanımlanan yöntemde Kahve vd. (2024)'e göre örnek hazırlama aşamalarında bazı modifikasyonlar yapılarak analiz edilmiştir. Bu yöntemde göre örneklerin metanol ekstraktlarından 0.1 mL'lik kısımlar 3.9 mL DPPH (6 x 10⁻⁵ M) metanolik solüsyona ilave edilmiştir. Karanlıkta, oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyon sonrası örneklerin absorbansları, bir spektrofotometre ile 515 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar µmol Trolox eşdeğeri (TE)/kg KM olarak verilmiştir.

Makro ve mikro mineral analizleri

Yakma kabına yaklaşık 0.2 g kurutulmuş ve öğütülmüş örnekler eklendikten sonra üzerine 15 mL saf HNO₃ ve yaklaşık 2 mL H₂O₂ ilave edilmiştir. Numune MARS 5 Mikrodalga Fırında 200 °C'de yakılmış ve çözünen kül, ultra saf su ile

belirli bir hacme kadar seyreltilmiş ve filtre edilmiştir. Makro ve mikro mineral elementlerin konsantrasyonları bir ICP-AES (Akbulut ve Akbulut, 2023; Skujins, 1998) ile belirlenmiştir.

Organik asit ve şeker profili analizi

Kurutulmuş ve öğütülmüş örneklerden 4 g alınarak bir homojenizatörde (WiseMix™ HG-150; Daihan Scientific, Kore) 50 mL ultra saf su içerisinde ekstrakte edilmiş ve daha sonra 4500 rpm'de 15 dakika boyunca santrifüj edilmiştir (NF 800R, Nuve, Türkiye). Süpernatant, HPLC cihazına enjekte edilmeden önce şırınga filtreden (0.45 µm) geçirilmiştir. Organik asitlerin ve şekerlerin analizleri, organik asitler için DAD detektörü ve şekerler için ise RID detektörü ile donatılmış Agilent 1260 Infinity Serisi HPLC sistemi tarafından gerçekleştirilmiştir. Aminex HPX-87H kolonu (Bio-Rad, 300 x 7.8 mm) ile ayırma sağlanmıştır. Mobil faz olarak akış hızı 0.6 mL/dak olarak 0.005 N sülfürik asit kullanılmıştır. DAD dedektörü organik asitler için 210 nm'ye ayarlanmıştır. Sıcaklık 50°C'de tutuldu (Coklar vd., 2018; Akbulut vd., 2024). Organik asitlerin ve şekerlerin tanımlamaları alikonma sürelerine göre yapılmıştır. Veriler ChemStation yazılımı ile analiz edilmiştir.

İstatistiksel analiz

Crataegus monogyna Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerinin meyve, meyve pulpu, sapı ve çekirdeklerinin toplam fenolik, antioksidan kapasite, organik asit ve şeker profili, makro- ve mikro-elementleri sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi amacıyla MINITAB Yazılımı versiyon 19 (Minitab Inc., PA, ABD) programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Grup ortalamaları arasındaki farkların anlamlı olup olmadığını görmek için Tukey testi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ olarak kabul edilmiştir. Tüm sonuçlar "ortalama değer ± standart sapma" olarak verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toplam Fenolik Madde ve DPPH radikal süpürme aktivite sonuçları

İki farklı kırmızı alıç bitkisi türüne ait meyve, pulp, çekirdek ve sap kısımlarının metanol ekstraktlarının toplam fenolik madde (TFM)

içeriği ve DPPH radikal süpürme aktivitesine ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Her iki yemişen türü incelendiğinde en yüksek toplam fenolik madde içeriği 26.93 ± 1.82 mg GAE/g kuru madde ile *Crataegus monogyna* Jacq. türünün sap kısmında tespit edilmiştir. *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün meyve pulpları sap kısmından sonra en fazla toplam fenolik madde içerdiği görülmekte olup bunu sırasıyla çekirdek ve meyve izlemiştir. *Crataegus monogyna* Jacq. meyvesi pulp ve çekirdeğinin TFM miktarı *Crataegus laevigata* (Poir.) DC meyvesi pulp ve çekirdeğine göre daha yüksek olduğu belirlenirken, meyve bakımından durumunun bunun tersine olduğu görülmektedir.

DPPH radikal süpürme kapasitesi sonuçları incelendiğinde ise, en yüksek değer *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün saptarında olduğu belirlenmiştir (376.48 ± 11.50 µmol TE/g KM). Bunu sırasıyla *Crataegus laevigata* (Poir.) DC meyvesi pulpu ve *Crataegus monogyna* Jacq. meyvesinin çekirdeği takip ettiği görülmektedir (Çizelge 1). *Crataegus laevigata* (Poir.) DC yemişen türünün meyvesi ve pulpunun DPPH radikal süpürme kapasitesi *Crataegus monogyna* Jacq. türünün meyve ve pulpuna göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 1'de de görüldüğü gibi TFM ile DPPH radikal süpürme kapasitesi arasında pozitif yönde güçlü ve önemli bir korelasyon olduğu ($r = 0.938$; $p = 0.000$) belirlenmiştir. TFM biyoaktif maddeler içerdiğinden ve antioksidan aktivitesi yüksek fenolik bileşiklerin toplamını ifade ettiğinden dolayı aynı zamanda bir antioksidan kapasite belirleme yöntemi olarak da değerlendirilmektedir (Kalpoutzakis vd., 2023).

Radi vd. (2023a) *Crataegus monogyna* Jacq. yaprak ve çiçeklerinin sulu ekstraktlarının TFM içeriğinin 1.65 ± 0.04 mg GAE/g kuru madde (KM) olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı çalışmada *C. monogyna* ekstraktının, DPPH radikal süpürme aktivitesi yoluyla yapılan antioksidan aktivitesinin 9.23 ± 0.01 mg/mL ve FRAP yoluyla ise 8.32 ± 0.02 mg/mL IC50 olarak belirledikleri değerlere göre yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda elde edilen

Crataegus monogyna Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC metanol ekstraktlarının TFM içerikleri ve DPPH radikal süpürme kapasitelerinin Radi

vd. (2023a)'nın sonuçlarına göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 1. Farklı kırmızı alıç (yemişen) türlerine ait bazı kısımların Toplam Fenolik İçeriği ve *in vitro* antioksidan kapasitesi

Table 1. Total Phenolic Content (TPC) and *in vitro* antioxidant capacity of some parts of different red hawthorn (yemişen) species

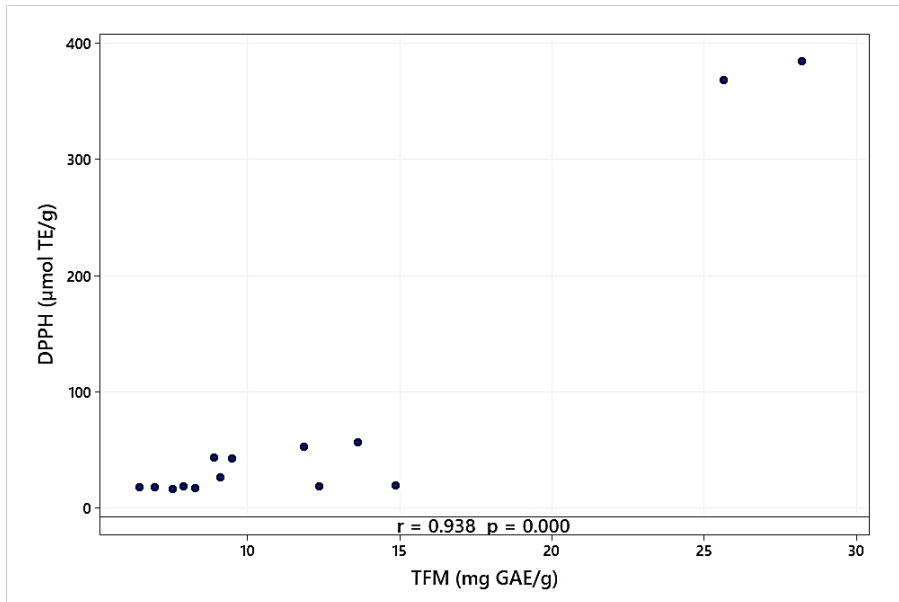
Örnekler Samples		TFM/TPC (mg GAE/g KM)	DPPH radikal süpürme kapasitesi/DPPH radical scavenging capacity ($\mu\text{mol TE/g KM}$)
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Meyve/Fruit	7.73 \pm 0.24 ^d	17.47 \pm 1.32 ^c
	Pulp/Pulp	13.61 \pm 1.77 ^b	18.92 \pm 0.38 ^c
	Çekirdek/Seed	9.20 \pm 0.43 ^{bcd}	43.19 \pm 0.21 ^b
	Sap/Stem	26.93 \pm 1.82 ^a	376.48 \pm 11.50 ^a
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC	Meyve/Fruit	8.71 \pm 0.58 ^{cd}	21.62 \pm 6.37 ^c
	Pulp/Pulp	12.74 \pm 1.27 ^{bc}	54.80 \pm 2.93 ^b
	Çekirdek/Seed	6.70 \pm 0.35 ^d	17.70 \pm 0.20 ^c

Değerler "ortalama \pm standart sapma" olarak ifade edilmiştir.

Values are expressed as "mean \pm standard deviation".

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$); nd: tespit edilemedi; KM: Kuru Madde

Values shown with different letters in the same column indicate a statistically significant difference between them ($P < 0.05$); nd: not detected; KM: Dry matter



Şekil 1. Yemişen bitkisi kısımlarının TFM ve DPPH radikal süpürme aktivitesi arasındaki Pearson korelasyon ($r = 0.938$ $p = 0.000$)

Figure 1. Pearson correlation between TPC and DPPH radical scavenging activity of red hawthorn parts ($r = 0.938$ $p = 0.000$)

Taleghani vd. (2024) alıcın farklı bir türü olan *Crataegus pentagyna* willd. meyve, yaprak ve köklerinin hidro-metanolik ekstraktlarında sırasıyla 210.22, 132.25 ve 102.46 mg GAE/g ve hidro-etanolik ekstraktlarında ise sırasıyla 189.49, 112.33 ve 93.19 mg GAE/g toplam fenolik madde olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada DPPH radikal süpürme aktivitelerinin de toplam fenolik madde miktarı ile pozitif korelasyon gösterdiği görülmektedir.

Pugna vd. (2022) *Crataegus monogyna* alıç türünün çiçek, yaprak ve ham ve olgunlaşmış meyvelerinde polifenol miktarlarını sırasıyla 253.35, 199.50, 105.10 ve 284.06 µg GAE/mg ekstrakt olarak belirlemiş olup antioksidan aktivitenin fenolik artışı ile arttığını gözlemlemişlerdir.

Keser vd. (2014) *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* Jacq alıç türünün yapraklarında, çiçek ve olgunlaşmış meyvelerine göre daha fazla toplam fenolik madde miktarı olduğunu belirlemişlerdir.

Literatür çalışmalarında *Crataegus monogyna* Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerinin sap, çekirdek ve pulp kısımlarında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Meyvelerdeki toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite durumları literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların farklı alıç türlerine ve bölge farklılıklarına bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Taleghani vd. (2024) ve Pugna vd. (2022) çalışmasında olduğu gibi araştırmamızda elde edilen bulgular toplam fenolik madde miktarı ile DPPH radikal süpürme aktivitesi arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermiştir ($r=0.938$).

Kırmızı alıç türlerinin farklı kısımlarına ait makro- ve mikro-mineral sonuçları

Crataegus monogyna Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerinin meyve, pulp, çekirdek ve sap kısımlarına ait makro-mineral değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Her iki türün makro-mineralleri arasında en baskın bulunan makro-mineralin potasyum olduğu görülmektedir. *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün kısımları incelendiğinde en yüksek potasyum değerinin bitkinin sap kısmında olduğu ve bunu pulp ve meyve izlediği görülmektedir. Meyvenin çekirdek kısmı ise en az potasyum ihtiva ettiği belirlenmiştir. *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türünde ise en yüksek potasyum meyve pulpunda en düşük ise diğer türde olduğu gibi çekirdekte olduğu belirlenmiştir. *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünde Ca, Mg, S ve Na makro-mineralleri en yüksek miktarda bitkinin sap kısımlarında olduğu tespit edilirken *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türünün incelenen bitki kısımlarında ise bu makro-mineraller sırasıyla meyve, meyve, pulp, pulp ve çekirdek kısımlarında olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı kırmızı alıç (yemişen) türlerine ait bazı kısımların makro mineralleri

Table 2. Macro minerals of some parts of different red hawtorn (yemişen) species

Örnekler Samples	Makro mineraller/Macro minerals (mg/kg KM)						
	P	K	Ca	Mg	S	Na	
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Meyve/Fruit	1511±59 ^d	16166±1870 ^d	6304±40 ^b	1306±71 ^c	644±18 ^b	30.62±10.16 ^{cd}
	Pulp/Pulp	1643±36 ^{cd}	27731±85 ^b	5407±182 ^{bc}	1657±47 ^b	645±28 ^b	52.91±10.63 ^{bc}
	Çekirdek/Seed	1148±17 ^c	3652±592 ^f	5493±332 ^{bc}	727.3±33.2 ^d	408±81 ^{dc}	13.77±0.09 ^d
	Sap/Stem	2001±85 ^b	12839±1250 ^e	13341±783 ^a	2304±82 ^a	862±44 ^a	82.18±8.68 ^b
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC	Meyve/Fruit	1772±63 ^c	18853±321 ^c	5370±142 ^{bc}	1199±19.9 ^c	520±22 ^{cd}	33.63±4.31 ^{cd}
	Pulp/Pulp	2310±61 ^a	31541±515 ^a	5326±115 ^c	1740±45 ^b	607±19 ^{bc}	62.70±2.93 ^{bc}
	Çekirdek/Seed	893±104 ^f	5623±321 ^f	4655±51 ^c	552±75 ^c	335±43 ^c	135.20±26.00 ^a

Değerler "ortalama±standart sapma" olarak ifade edilmiştir.

Values are expressed as "mean±standard deviation".

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$); nd: tespit edilemedi; KM: Kuru Madde

Values shown with different letters in the same column indicate a statistically significant difference between them ($P < 0.05$); nd: not detected; KM: Dry matter

Çizelge 3'te verilen *Crataegus monogyna* Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerinin çeşitli kısımlarına ait mikro-mineral durumu incelendiğinde demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), çinko (Zn) ve bor (B) olmak üzere 5 mikro-mineral tespit edilmiş olup, en bol bulunan mineralin genel olarak Fe olduğu görülmektedir. *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün kısımları açısından bakıldığında ise en yüksek Fe miktarının meyvenin sap kısımlarında olduğu belirlenmiş olup bunu sırası ile meyve pulp, meyve ve çekirdek izlemiştir. *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türünün meyve, pulp ve çekirdek kısımları *Crataegus monogyna* Jacq. türününkilere göre daha az Fe içerdiği

görülmektedir. *Crataegus laevigata* (Poir.) DC türüne ait meyve çekirdeklerinin en fazla içerdiği mikro-mineralin Fe olduğu ve bunu sırası ile B, Zn, Cu ve Mn'in izlediği tespit edilmiştir. Aynı türün meyvesinin pulpundaki mikro-minerallere bakıldığında en yüksek değerin B mineraline ait olduğu ve bunu sırası ile Fe, Zn, Mn ve Cu olduğu görülmektedir. Bu türün meyvedeki mikro-mineral değerlerinin en yüksekten en düşüğe bulunma sırası pulptaki durum ile benzerlik göstermektedir. *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün meyvesindeki mikro-minerallerden Fe, Cu ve Mn miktarları *Crataegus laevigata* (Poir.) DC türünün meyvesinden yüksek, Zn ve B miktarları ise daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Farklı kırmızı alıç (yemişen) türlerine ait bazı kısımların mikro mineralleri

Table 3. Micro minerals of some parts of different red hawthorn (yemişen) species

Örnekler Samples		Mikro mineraller/Micro minerals (mg/kg KM)				
		Fe	Cu	Mn	Zn	B
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Meyve/Fruit	49.72±0.92 ^e	13.22±2.94 ^a	14.76±0.40 ^e	6.32±0.41 ^{de}	14.32±0.04 ^e
	Pulp/Pulp	61.24±1.12 ^b	6.97±5.74 ^{ab}	18.74±0.49 ^b	5.17±0.60 ^e	29.01±0.75 ^b
	Çekirdek/Seed	30.54±7.63 ^d	7.90±1.04 ^{ab}	9.86±1.05 ^d	7.91±1.04 ^{cd}	4.91±0.05 ^s
	Sap/Stem	113.00±4.90 ^a	10.96±0.24 ^{ab}	22.32±0.89 ^a	13.64±0.98 ^b	21.78±1.38 ^d
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC	Meyve/Fruit	14.01±2.13 ^e	6.79±0.34 ^{ab}	8.40±0.32 ^e	9.98±0.31 ^c	25.19±0.97 ^c
	Pulp/Pulp	25.62±0.92 ^d	5.54±0.26 ^b	10.89±0.16 ^d	20.39±1.00 ^a	43.84±1.67 ^a
	Çekirdek/Seed	25.74±0.31 ^d	6.95±0.31 ^{ab}	6.12±0.49 ^f	7.65±0.97 ^d	9.05±0.86 ^f

Değerler "ortalama±standart sapma" olarak ifade edilmiştir.

Values are expressed as "mean±standard deviation".

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (P < 0.05); nd: tespit edilemedi; KM: Kuru madde

Values shown with different letters in the same column indicate a statistically significant difference between them (P < 0.05); nd: not detected; KM: Dry matter

Kırmızı alıç türlerinin sap, yaprak, meyve, pulp ve çekirdeklerinde en çok bulunan makro-minerallerden biri potasyumdur. Potasyumdan sonra en çok bulunan makro-minerallerin Ca, Mg ve P olduğu belirtilmektedir (Boudraa vd., 2010; Özcan vd., 2005). Potasyum önemli bir besindir ve hücrelerdeki pozitif iyonların yaklaşık %70'ini oluşturur ve hücrelerdeki asit-baz ve su dengesinin düzenlenmesinde esastır (Senhaji vd., 2020). Ca, K ve Mg, yıpranmış hücrelerin onarılması, kemiklerin ve dişlerin güçlendirilmesi, kırmızı kan hücrelerinin mekanizmaları ve vücut için gerekli olan makro-mineral elementlerdir. Fe, oksijen ve elektron transferinde önemli bir role sahip olduğundan insan vücudu için oldukça

önemli bir mikro mineral elementtir (Özcan ve Akbulut, 2008). Cu ve Zn, enzimatik ve redoks sistemlerinin bileşenleri gibi çok çeşitli işlevleri yerine getirdikleri için insan beslenmesi için gerekli mikro-minerallerdir (McLaughlin vd., 1999). Diyetteki Bor, çoğu metabolik enzimin aktivitesinin yanı sıra steroid hormonlarının ve Ca, Mg ve D vitamini dahil olmak üzere çeşitli besin maddelerinin metabolizmasını etkilediği için hayvanlar ve insanlar için önemli bir mikro besin maddesi olabilir. Aynı zamanda, beyin fonksiyonlarını iyileştirmede önemli bir rol oynayabilmektedir (Devirian ve Volpe, 2003).

Boudra vd. (2010) *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq. alıç türlerinin meyvelerinde 3 makro- (Ca, K, Mg) ve 3 mikro-element (Fe, Mn, Zn) tespit etmiş olup, yüksekte düşüğe makro elementlerin miktarsal sıralamasını *Crataegus azarolus* L. türü alıç için $K > Ca > Mg$ ve *Crataegus monogyna* Jacq. alıç türü için ise $Ca > K > Mg$ şeklinde, mikro-elementlerin ise her iki tür için $Fe > Mn > Zn$ şeklinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Radi vd. (2023) *C. laciniata* ve *C. monogyna* alıç türleri meyvelerinin sulu ekstraktlarında As, Cr, Pb, Ni, Cd ve Mg olmak üzere 6 mineral tespit etmiş oldukları çalışmalarında tespit ettikleri mineraller arasında miktarsal açıdan en yüksek Mg olduğunu ve *C. laciniata* türü alıç meyvesindeki Mg miktarın *C. monogyna* alıç türünün meyvesine göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara bakıldığında *Crataegus monogyna* Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerinin meyve, sap ve yaprak aksamalarının literatürdekilere göre daha geniş bir mineral dağılım gösterdiği görülmektedir. Yapısında bulunan ve insan metabolizması için gerekli olan mineraller açısından *Crataegus monogyna* Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerinin meyve, pulp, çekirdek ve sap kısımları önemli bir potansiyel kaynak olabileceği düşünülmektedir.

Organik asit ve şeker profili

Meyvelerde bulunan organik asitler ve şekerler meyvenin temel kalite özellikleri olup aralarındaki oransal denge, onların tat ve aromalarına önemli düzeyde etki etmektedirler. Bu denge hem meyvelerin olgunlaşma düzeylerini belirlemede ve hem de meyvelerden üretilecek reçel, marmelat, konserve gibi ürünlerin üretilme aşamalarına da etki etmektedir (Toker vd., 2013). Meyvelerin organik asit ve şeker dağılımı ve konsantrasyonları çeşit, hasat zamanı, ekolojik koşullar, yetiştirme yöntemleri gibi faktörlerden etkilenmektedir (Chen vd., 2008).

Meyvelerde meydana gelen metabolik değişiklikler, renk, doku ve tat gelişimini etkileyerek besinsel ve duyu kalitenin artmasını sağlar. Bu değişiklikler, tüketici kabul

edilebilirliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda meyvenin raf ömrünü de uzatır. Organik asit konsantrasyonlarındaki değişimler bu metabolik değişikliklere örnektir (Toker vd., 2013). Organik asitler, meyvenin tadı ve lezzetinin ana belirleyicilerindedir (Cao vd., 2009; Chen vd., 2009; Xu vd., 2010; Toker vd., 2013). Olgunlaşma sırasında organik asitler, solunum metabolizmasında enerji kaynağı olarak kullanıldıkları için konsantrasyonları azalır ve karbon kaynağı olarak şeker üretimine katkıda bulunurlar. Olgunlaşma sürecinde biriken başlıca şekerler glukoz, fruktoz ve sükrozdur (Hasegawa vd., 2010; Toker vd., 2013).

Crataegus monogyna Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC yemişen (kırmızı alıç) türlerinin meyve, pulp, çekirdek ve sap kısımlarına ait organik asit dağılımı ve konsantrasyonları Çizelge 4'te gösterilmektedir. *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün meyve ve pulpunda sitrik, malik, askorbik ve süksinik asit olmak üzere 4 organik asit tespit edilmiştir. Aynı türün meyve çekirdeğinde malik, askorbik ve formik asit olmak üzere 3 organik asit tespit edilirken, sap kısımlarında formik asit dışında 5 organik asit olduğu belirlenmiştir. *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün tüm unsurlarında en hâkim organik asidin malik asit olduğu belirlenirken bunu sırası ile sitrik ve askorbik asit takip etmiştir. Tartarik ve süksinik asidin varlığına rastlanmış ancak cihazın tespit limitinin altında kaldığı için hesaplanamamıştır.

Crataegus laevigata (Poir.) DC kırmızı alıç türünün meyve ve pulpunda *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünden farklı olarak formik asitte tespit edilmiştir. Aynı türün meyve çekirdekleri kısmında sitrik, tartarik, malik ve formik asit tespit edilmiş olup sitrik ve tartarik asit HPLC cihazının tespit limitinin altında kalmıştır. *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türünün test edilen tüm unsurlarında da hâkim organik asidin malik asit olduğu görülmektedir. Bunu sırası ile formik asit sitrik asit ve askorbik asit izlemiştir. Her iki kırmızı alıç türünün unsurlarının tespit edilen organik asitleri arasındaki miktarsal farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 4. Farklı kırmızı alıç (yemişen) türlerine ait bazı kısımların organik asit dağılımı
 Table 4. Organic acid profile of some parts of different red hawtorn (yemişen) species

Örnekler Samples	Organik asitler/Organic acids (mg/kg KM)						
	Sitrik Citric	Tartarik Tartaric	Malik Malic	Askorbik Ascorbic	Formik Formic	Süksinik Succinic	
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Meyve/Fruit	41.60±2.55 ^b	nd	153.00±7.07 ^c	12.00±0.71 ^b	-	nd
	Pulp/Pulp	28.20±0.85 ^c	nd	109.0±11.31 ^{cd}	18.60±0.99 ^a	-	nd
	Çekirdek/Seed	nd	-	85.12±5.09 ^d	3.02±0.04 ^d	137.00±9.90 ^a	-
	Sap/Stem	78.70±3.96 ^a	1.390±0.156	235.40±11.31 ^b	5.24±0.06 ^c	-	nd
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC	Meyve/Fruit	4.45±0.24 ^e	nd	242.9±21.2 ^b	0.715±0.023 ^e	52.91±3.00 ^d	nd
	Pulp/Pulp	12.00±0.26 ^d	nd	400.2±29.7 ^a	1.74±0.03 ^d	91.40±1.84 ^b	nd
	Çekirdek/Seed	nd	nd	65.14±1.84 ^d	-	72.60±2.77 ^c	nd

Değerler “ortalama standart sapma” olarak ifade edilmiştir.

Values are expressed as “mean±standard deviation”.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$); nd: tespit edilemedi; KM: Kuru madde

Values shown with different letters in the same column indicate a statistically significant difference between them ($P < 0.05$); nd: not detected; KM: Dry matter

Crataegus monogyna Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerine ait meyve, pulp, çekirdek ve sap kısımlarının şeker dağılımı ve konsantrasyonları Çizelge 5’te verilmektedir. Her iki kırmızı alıç türünün meyve ve meyve pulpu kısımlarında sükröz, glukoz ve fruktoz olmak üzere 3 şeker ve çekirdek ve sap kısımlarında ise sükröz ve fruktoz olmak üzere 2 şeker tespit edilmiştir. Tespit edilen şekerler açısından *Crataegus monogyna* Jacq. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerinin meyve, pulp, çekirdek ve sap kısımlarında *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün çekirdek kısmı hariç (fruktoz % 32.31) fruktozun (% 80.44-85.50) baskın olduğu belirlenmiştir. *Crataegus monogyna* Jacq. kırmızı alıç türünün meyve ve meyve pulpundaki toplam şeker, fruktoz ve glukozun *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türündekine göre daha yüksek bulunmuştur. *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türünün meyve çekirdeklerindeki toplam şeker ve fruktoz miktarı *Crataegus monogyna* Jacq. türünün meyve çekirdeklerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bazı sarı-turuncu renkli alıç bitki türünün (*Crataegus* spp.) meyvelerinde ölçülen asitlerin en yaygın olanı sitrik asit olduğu (Gao vd., 1995; Liu vd., 2010) bazı çalışmalarda ise malik asit olduğu

(Chapman vd., 1991; Bignami vd., 2003) belirtilmektedir. Ayrıca bu bitki türlerinin meyveleri azımsanmayacak düzeyde askorbik asit de ihtiva etmektedir. Askorbik asit, insan vücudunda sentezlenemeyen dışarıdan alınması zorunlu temel bir besin maddesidir (Edwards vd., 2012) ve aynı zamanda bir antioksidan görevi gördüğü için kanser ve kardiyovasküler hastalık gibi oksidatif strese bağlı patolojileri önleyebilmektedir (Njus vd., 2020). Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularda *Crataegus monogyna* Jacq. türünün meyve ve pulplarında *Crataegus laevigata* (Poir.) DC türünün meyve ve pulplarındakine göre daha fazla olmak üzere 12.00-18.60 mg/kg KM askorbik asit tespit edilmiştir.

Crataegus türleri üzerine yapılan araştırmalarda çoğunlukla sükröz, glukoz ve fruktoz tespit edildiği ve hâkim olan şekerin ise bölgeye ve türe bağlı olmak üzere glukoz ve fruktoz olduğu belirtilmektedir (Yang vd., 2012; Öztürk vd., 2022; Liu vd., 2010). Fruktoz, genel olarak meyvelerde bulunan hâkim şekerdir ve meyve şekeri olarak isimlendirilmektedir (Adak vd., 2016). Fruktoz 5 doğal şeker arasında (sükröz, glukoz, fruktoz, laktoz ve maltoz) arasında tatlılık indeksi en yüksek şekerdir (Mao vd., 2019) ve meyvenin tatlılığında diğer şekerlere göre daha

fazla paya sahiptir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde şeker profili ve

hâkim olan şeker açısından yapılan araştırmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5. Farklı kırmızı alıç (yemişen) türlerine ait bazı kısımlarının şeker dağılımı
Table 5. Sugar distribution of some parts of different red hawtorn (yemişen) species

Örnekler Samples	Şekerler/Sugars (g/kg KM)				F/TŞ F/TS (%)	
	Sukroz Sucrose	Glukoz Glucose	Fruktoz Fructose	Toplam Şeker Total Sugar		
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Meyve/ <i>Fruit</i>	0.628±0.009 ^b	0.314±0.021 ^c	5.460±0.308 ^b	6.402 ^b	85.29
	Pulp/ <i>Pulp</i>	1.030±0.026 ^a	0.857±0.018 ^b	8.990±0.518 ^a	10.877 ^a	82.65
	Çekirdek/ <i>Seed</i>	0.308±0.024 ^d	-	0.147±0.007 ^d	0.455 ^d	32.31
	Sap/ <i>Stem</i>	0.660±0.017 ^b	-	3.740±0.085 ^c	4.400 ^c	85.00
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC	Meyve/ <i>Fruit</i>	0.412±0.016 ^c	0.276±0.023 ^c	4.050±0.077 ^c	4.738 ^c	85.50
	Pulp/ <i>Pulp</i>	0.667±0.024 ^b	0.953±0.016 ^a	8.460±0.327 ^a	10.080 ^a	83.93
	Çekirdek/ <i>Seed</i>	0.241±0.002 ^d	nd	0.991±0.018 ^d	1.232 ^b	80.44

Değerler "ortalama±standart sapma" olarak ifade edilmiştir.

Values are expressed as "mean±standard deviation".

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$); nd: tespit edilemedi; KM: Kuru madde

Values shown with different letters in the same column indicate a statistically significant difference between them ($P < 0.05$); nd: not detected; KM: Dry matter

F/TŞ: Fruktoz/Toplam Şeker (%)

F/TS: Fructose/Total Sugar (%)

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları, *Crataegus monogyna* Jack. ve *Crataegus laevigata* (Poir.) DC kırmızı alıç türlerinin meyve, pulp, sap ve çekirdeklerinin yüksek miktarda toplam fenolik maddeye sahip olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte sonuçlar birçok bitki türlerine göre her iki kırmızı alıç türünün test edilen örneklerine ait DPPH radikal süpürme kapasitelerinin de oldukça yüksek olduklarını göstermiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite bakımından her iki bitkinin unsurları arasında meyve sapının en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Kırmızı alıç türlerinin meyve ve pulplarının da meyve sapından sonra oldukça yüksek toplam fenolik madde içeriğine ve antioksidan kapasitesine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Her iki kırmızı alıç türünün test edilen unsurlarında 6 makro element (P, K, Ca, Mg, S ve Na) ve 5 mikro element olmak üzere toplam 11 mineral tespit edilmiş olup en bol bulunan makro elementin K ve mikro elementin ise Fe olduğu anlaşılmıştır. Kırmızı alıç türlerinde 6 organik asit

tespit edilmiş ve meyve, pulp ve saplarda en baskın organik asidin malik asit olduğu çekirdekte ise formik asit olduğu görülmektedir. Tespit edilen 3 şeker arasında en baskın şeker olan fruktoz meyve, pulp ve saplarda yaklaşık %80-86 arasında bulunmuştur. Sonuç olarak, her iki kırmızı alıç türünün unsurlarının da organik asit, askorbik asit, şeker, fenolik madde ve mineral bakımından zengin olduğu ve insan sağlığı ve beslenmesi açısından değerlendirilebilir nitelikte olduğu düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarın, başka kişiler ve/veya kurumlar ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

Adak, N., Tetik, N., Güneş, E., Balkıç, R., Gübbük, H., Kulcan, A.A. (2016). Değişik yetiştirme sistemlerinin çilek (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(2): 33-38.

- Akbulut, H.F., Akbulut, M. (2023). Mineral composition, the profile of phenolic compounds, organic acids, sugar and in vitro antioxidant capacity, and antimicrobial activity of organic extracts of *Juniperus drupacea* fruits. *Food Science & Nutrition*, 11(10): 6435-6446, <https://doi.org/10.1002/fsn3.3586>
- Akbulut, H. F., Almaghrebi, E., Obali, I., Vatanssev, H., Vatanssev, H., Akbulut, M. (2024). Evaluation the organic acid, tocopherol and phenolic profiles of *Dracaena cinnabari* resin extracts obtained by different solvent extraction. *Latin American Applied Research*, 54(2): 195-200, <https://doi.org/10.52292/j.laar.2024.2865>
- Bignami, C., Paolucci, M., Scossa, A., Bertazza, G. (2003). Preliminary evaluation of nutritional and medicinal components of *Crataegus azarolus* fruits. *Acta Horticulturae*, 597: 95–100, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.597.11>
- Boudraa, S., Hambaba, L., Zidani, S., Boudraa, H. (2010). Mineral and vitamin composition of fruits of five underexploited species in Algeria: *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. and *Zizyphus lotus* L. *Fruits (Paris)*, 65(2): 75-84, <https://doi.org/10.1051/fruits/20010003>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28: 25–30, [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Cao, S., Zheng, Y., Yang, Z., Wanga, K., Ruia, H. (2009). Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 2064–2070, <https://doi.org/10.1002/jsfa.3691>
- Chapman, G.W., Horvat, R.J., Payne, J.A. (1991). The nonvolatile acid and sugar composition of mayhaw fruits (*Crataegus aestivalis*, *C. opaca*, *C. rufula*). *Journal of Food Quality*, 14: 435–439, <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1991.tb00083.x>
- Chen, F.X., Liu, X.H., Chen, L.S. (2008). Organic acid composition in the pulp of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl) and distribution in fruits. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 16: 189-196.
- Chen, F.X., Liu, X.H., Chen, L.S. (2009). Developmental changes in pulp organic acid concentration and activities of acid-metabolizing enzymes during the fruit development of two loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars differing in fruit acidity. *Food Chemistry* 114: 657-664, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.003>
- Coklar, H., Akbulut, M., Alhassan, I., Kirpiti, S., Korkmaz, E. (2018). Organic acids, sugars, phenolic compounds and antioxidant activity of *Malus floribunda coccinella* fruit, peel and flesh. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 17(5): 47-59, <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.5.5>
- Devirian, T.A., Volpe, S.L. (2003). The physiological effects of dietary boron. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43: 219–231, <https://doi.org/10.1080/10408690390826491>
- Edwards, J.E., Brown, P.N., Talent, N., Dickinson, T.A., Shipley, P.R. (2012). A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. *Phytochemistry*, 79: 5–26, <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.04.006>
- Ergezen, M.K. (1999). *Crataegus tanacetifolia* (lam.) pers. üzerinde farmakognozük araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, İstanbul, Türkiye.
- Fakhri, M., Davoodi, A., Parviz, M., Sadeghi Ghadi, Z., Mousavinasab, S. N., Farhadi, R., Azadbakht, M., Azadbakht, M. (2017). Characterization and HPLC analysis of manna from some *Cotoneaster* species. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 8(12): 5360-5366. [http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8\(12\).5360-66](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8(12).5360-66)
- Gao, P.Y., Li, L.Z., Peng, Y., Li, F.F., Niu, C., Huang, X.X., Ming, M., Song, S.J. (2010). Monoterpene and lignan glycosides in the leaves of *Crataegus pinnatifida*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 38: 988–992, <https://doi.org/10.1016/j.bse.2010.09.010>
- Hasegawa, P.N., Faria, A.F., Mercadante, A.Z., Chagas, E.A., Pio, R., Lajolo, F.M., Cordenunsi,

- B.R., Purgatto, E. (2010). Chemical composition of five loquat cultivars planted in Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(2): 552-559.
- Kahve, H. I., Coklar, H., Akbulut, M. (2024). The effect of different drying techniques on some bioactive compounds and antibacterial properties of *Polygonum sivasicum*. *Latin American Applied Research*, 54(1): 39-44, <https://doi.org/10.52292/j.laar.2024.1968>
- Kalpoutzakis, E., Chatzimitakos, T., Athanasiadis, V., Mitakou, S., Aligiannis, N., Bozinou, E., Gortzi, O., Skaltsounis, L.A., Lalas, S.I. (2023). Determination of the total phenolics content and antioxidant activity of extracts from parts of plants from the Greek Island of Crete. *Plants*, 12(5): 1092, <https://doi.org/10.3390/plants12051092>
- Keser, S., Celik, S., Turkoglu, S., Yilmaz, Ö., Turkoglu, I. (2014). The investigation of some bioactive compounds and antioxidant properties of hawthorn (*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* Jacq). *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 3(2): 51, <https://doi.org/10.5455/jice.20140120103320>
- Liu, P., Kallio, H., Lu, D., Zhou, C., Ou, S., Yang, B. (2010). Acids, sugars, and sugar alcohols in Chinese hawthorn (*Crataegus* spp.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(2): 1012-1019, <https://doi.org/10.1021/jf902773v>
- Mao, Y., Tian, S., Qin, Y., Han, J. (2019). A new sensory sweetness definition and sweetness conversion method of five natural sugars, based on the Weber-Fechner Law. *Food Chemistry*, 281: 78-84, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.049>
- McLaughlin, M.M.J., Parker, D.R., Clarke, J.M. (1999). Metals and micronutrients-food safety issues. *Field Crops Research*, 60: 143– 163, [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(98\)00137-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(98)00137-3)
- Nazhand, A., Lucarini, M., Durazzo, A., Zaccardelli, M., Cristarella, S., Souto, S. B., Santini, A. (2020). Hawthorn (*Crataegus* spp.): An updated overview on its beneficial properties. *Forests*, 11(5), 564, <https://doi.org/10.3390/f11050564>
- Njus, D., Kelley, P.M., Tu, Y.J., Schlegel, H.B. (2020). Ascorbic acid: The chemistry underlying its antioxidant properties. *Free Radical Biology and Medicine*, 159: 37–43, <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.07.013>
- Orhan, I.E. (2018). Phytochemical and Pharmacological Activity Profile of *Crataegus oxyacantha* L. (Hawthorn)-A Cardi tonic Herb. *Curr. Medicinal Chemistry*, 25: 4854–4865, <https://doi.org/10.2174/0929867323666160919095519>
- Özcan, M., Haciseferoğulları, H., Marakoğlu, T., Arslan, D. (2005). Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, 69(4): 409-413, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.032>
- Özcan, M.M., Akbulut, M. (2008). Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. *Food Chemistry*, 106: 852–858. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.045>
- Öztürk, F. S., Gökbulut, İ., Hayaloğlu, A. A. (2022). Evaluation of physicochemical characteristics, antioxidant activity and phenolic profile of *Crataegus* species in Malatya, Turkey. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 1: 78-85.
- Pugna, A. A., Nagy, I. N., Socaci, S. A., Hodişan, B., Biriş-Dorhoi, S. E., Tofană, M. (2022). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of *Crataegus monogyna*. *Hop and Medicinal Plants*, 30(1/2): 287-295.
- Radi, F. Z., Bencheikh, N., Bouhrim, M., Saleh, A., Al kamaly, O., Parvez, M. K., Elbouzidi, A., Bnouham, M., Zair, T. (2023a). Phytochemical Analysis, Antioxidant, and Antihyperglycemic Activities of *Crataegus monogyna* Jacq Aqueous Extract. *Natural Product Communications*, 18(8), 1934578X231195157, <https://doi.org/10.1177/1934578X231195157>
- Radi, F. Z., Bencheikh, N., Anarghou, H., Bouhrim, M., Alqahtani, A. S., Hawwal, M. F., Noman, O.M., Bnouham, M., Zair, T. (2023b). Quality control, phytochemical profile, and biological activities of *Crataegus monogyna* Jacq. and

- Crataegus laciniata* Ucria fruits aqueous extracts. Saudi Pharmaceutical Journal, 31(10), 101753.
- Senhaji, S., Lamchouri, F., Toufik, H. (2020). Phytochemical content, antibacterial and antioxidant potential of endemic plant anabasis aretioides coss. & moq. (Chenopodiaceae). *BioMed Research International*, 2020: 6152932, <https://doi.org/10.1155/2020/6152932>
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158, <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Skujins, S. (1998). Handbook for ICP-AES (varian-vista). *A short guide to vista series ICP-AES operation. Varian Int. AG, Zug, Version, 1-0.*
- Taleghani, A., Eghbali, S., Moghimi, R., Mokaber-Esfahani, M. (2024). *Crataegus pentagyna* willd. Fruits, leaves and roots: phytochemicals, antioxidant and antimicrobial potentials. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 24(1): 126. <https://doi.org/10.1186/s12906-024-04430-4>
- Tetik, F., Civelek, S., Cakilcioglu, U. (2013). Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 146(1): 331-346, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.12.054>
- Toker, R., Gölükcü, M., Tokgöz, H., Tepe, S. (2013). Organic acids and sugar compositions of some loquat cultivars (*Eriobotrya japonica* L.) grown in Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 19(2): 121-128, https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001236
- Wu, J., Peng, W., Qin, R., Zhou, H. (2014). *Crataegus pinnatifida*: Chemical constituents, pharmacology, and potential applications. *Molecules*, 19: 1685–1712, <https://doi.org/10.3390/molecules19021685>
- Xu, H., Chen, J., Xie, M. (2010). Effect of different light transmittance paper bags on fruit quality and antioxidant capacity in loquat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 1783-1788, <https://doi.org/10.1002/jsfa.4012>
- Yang, B., Liu, P., Kallio, H. (2012). Sugars, Acids, and Phenolic Compounds in Chinese Hawthorn (*Crataegus* spp.) Fruits of Different Origins. In *Emerging Trends in Dietary Components for Preventing and Combating Disease* (pp. 275-286). American Chemical Society.